

Olli Tolvanen

# Tuotantolinjan toimintavarmuuden parantaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Insinöörityö

7.5.2015

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Olli Tolvanen Tuotantolinjan toimintavarmuuden parantaminen 27 sivua + 3 liitettä 7.5.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Tuotantotekniikka
Ohjaajat	WCP and Quality Manager Mikael Kärkkäinen Tuntiopettaja Tero Karttiala
<p>Tämä insinöörityö tehtiin Crown Pakkaus Oy:n tilauksesta ja se käsittelee maalipurkkien tuotannossa käytettävän tuotantolinjan toimintavarmuuden parantamista. Linja on yksi yrityksen avainlinjoista, joten sen luotettava toiminta on tärkeää.</p> <p>Työn tekeminen aloitettiin linjan ongelmakoneiden kartoituksella. Tarkoituksena oli löytää useimmin ongelmia aiheuttavat koneet ja viat, jotka aiheuttivat suurimmat menetykset tuotantoajassa.</p> <p>Työn toisessa vaiheessa linjan toimintaa tarkasteltiin linjatyöntekijöiden tekemän raportoinnin perusteella. Raportoinnissa käytettiin Modus -tuotannonseurantaohjelmaa.</p> <p>Insinöörityön lopputuloksena tuotantolinjan huolto-ohjeita päivitettiin, linjalle luotiin konekohtaiset konekortit sekä muutaman koneen toimintaa ja linjatyöskentelyn epäkohtaa parannettiin.</p>	
Avainsanat	Toimintavarmuus, kunnossapito, tuotantolinja

Author Title	Olli Tolvanen Improving the Reliability of the Production Line
Number of Pages Date	27 pages + 3 appendices 7 May 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Specialisation option	Production Technology
Instructors	Mikael Kärkkäinen, WCP and Quality Manager Tero Karttiala, Lecturer
<p>This Bachelor's thesis was commissioned by Crown Pakkaus Oy. The objective of the thesis was to analyze the operational reliability of the production line used in paint can manufacturing. Secondly, solutions were suggested for the improvement of the production line's operational reliability. The line in question is one of the company's main production lines, and therefore its reliable operation is important.</p> <p>At the beginning of this thesis, the most unreliable machines were explored. The purpose was to find machines which causes the majority of the failures and which also causes the biggest losses of production time.</p> <p>The second step of this thesis was to examine the production line's operational reliability, which was reviewed according to the reports of the production line workers. The reports were made using a Modus- production monitoring program.</p> <p>As a result of this Bachelor's thesis, the maintenance instructions were updated, and machine cards for monitoring the maintenance of the production line were created. In addition, a few improvements were made related to the operational reliability of the machines and production lines.</p>	
Keywords	Operational reliability, maintenance, production line

# Sisällys

## Lyhenteet ja erikoissanasto

1	Johdanto	1
1.1	Työn tausta	1
1.2	Työn tavoite	1
1.3	Crown Pakkaus Oy	2
2	Kunnossapito	4
2.1	Kunnossapidon määritelmä	4
2.2	Kunnossapidon historiaa	5
2.2.1	Ensimmäinen kunnossapidon sukupolvi	5
2.2.2	Toinen kunnossapidon sukupolvi	6
2.2.3	Kolmas kunnossapidon sukupolvi	6
2.2.4	Neljäs kunnossapidon sukupolvi	6
3	Kunnossapitolajit	7
3.1	Ehkäisevä kunnossapito	8
3.1.1	Jaksotettu kunnossapito	8
3.1.2	Kunnonvalvonta	9
3.1.3	Kuntoon perustuva kunnossapito	9
3.2	Korjaava kunnossapito	9
3.2.1	Siirretty kunnossapito	10
3.2.2	Välitön kunnossapito	10
4	Kunnossapito Crown Pakkaus Oy:ssä	11
4.1	Konekanta	11
4.2	3 litran kartiolinja	11
4.3	Kunnossapito-organisaatio	13
4.4	Kunnossapito-ohjelma	15
4.5	Kriittiset varaosat	15
5	3 litran maalipurkkilinjan toimivuuden kartoitus	16
5.1	Konestoppien kartoitus	16
5.2	Linjan seisokkiajan kartoitus	18

6	Tulokset	20
6.1	Eniten konestoppeja aiheuttaneet koneet	20
6.1.1	Korvakekoneet	20
6.1.2	Sankakone	20
6.1.3	Pinoaja	21
6.2	Huolto-ohjeiden päivitys	21
6.3	Konekortit	21
6.4	Linjan parannusehdotukset	22
6.5	Toimenpiteiden rahallinen vaikutus	24
7	Yhteenveto	25
	Lähteet	27
	Liitteet	
	Liite 1. 3 litran kartiolinjan layout	
	Liite 2. Konekortti	
	Liite 3. Stoppien aiheuttamat kustannukset	

## Lyhenteet ja erikoissanasto

Alistaja	Laite, joka syöttää levyt levypakasta koneeseen yksi kerrallaan.
KNL	Tuotannon kokonaistehokkuus.
Konestoppi	Tuotantolinjalla toimenpiteitä aiheuttava, yksittäisen koneen hetkellinen pysähtyminen.
Langoitus	Maalipurkin rungon yläreunassa oleva runkolevyn rullattu osa, jonka päälle kansi painetaan.
NC-kone	Tietokoneen ohjaamalla numeerisella ohjauksella (numerical control) varustettu automaattikone, esimerkiksi NC-sorvi.
Nekkaus	Maalipurkin rungossa olevat urat, jotka kiinnittävät painokannen.
RTF	Run To Failure, eli koneen tai laitteen korjaaminen sen vikaantuessa. Ehkäisevää kunnossapitoa ei sovelleta.
Tukisikki	Maalipurkissa oleva rakennetta vahvistava ura.

# 1 Johdanto

## 1.1 Työn tausta

Crown Pakkaus Oy koki tämän työn tarpeelliseksi, koska työssä käsiteltävä 3 litran kartioiden valmistuslinja on yksi yrityksen avainlinjoja. Linjalla on ollut paljon ongelmia käyntivarmuudessa, mikä on aikaansaanut sen, että tuotantolinjan tehokkuudessa on jääty asetetuista tavoitteista.

Linjan käynnissä pidon suurin ongelma ovat olleet eri syistä johtuvat lyhyet konestopit, kuten esimerkiksi komponenttien syöttöhäiriöt ja aihion siirrossa aiheutuneet häiriöt. Näiden stoppien aiheuttamat tuotantokatkokset eivät ole pitkiä, mutta ne aikaansaavat linjan pysähtymisen, mikä aiheuttaa kustannuksia menetettynä tuotantomääränä. Tämä aiheuttaa stoppien suuren lukumäärän vuoksi suuren menoerän pitkällä aikavälillä.

Toinen linjan ongelmista on suuri korjaavan kunnossapidon tarve. Linjalla on tapahtunut lähes viikoittain korjauksia vaativia konerikkoja, joiden aiheuttama tuotantokatos on kestoaltaan merkittävä ja painaa tuotantotavoitteen miinukselle.

## 1.2 Työn tavoite

Työn tavoitteena on kehittää 3 litraisten maalipurkkien tuotantolinjan huoltosuunnitelmaa siten, että linjan toimintavarmuutta pystyttäisiin parantamaan merkittävästi. Toimintavarmuuden parantuminen pyritään aikaansaamaan kehittämällä yrityksen kunnossapidollisia toimintatapoja sekä kartoittamalla tuotantoa hidastavia työvaiheita.

Tuotannossa käytettävien tuotantolinjojen samankaltaisuudesta johtuen tämä insinööri-työ on tarkoitus toteuttaa siten, että samoja oppeja voitaisiin hyödyntää myös muilla tuotantolinjoilla. Konkreettisenä lopputuloksena linjan huolto-ohjeet päivitetään sekä luodaan konekortit, joiden avulla pystytään seuraamaan linjan vikahistoriaa sekä tehtyjä huoltoja konekohtaisesti.

### 1.3 Crown Pakkaus Oy

Crown Pakkaus Oy on vuonna 1876 perustettu metallipakkauksia valmistava yritys. Perustettaessa yritys toimi nimellä G.W. Sohlberg. Ensin yritys valmisti läkkisepän tuotteita Helsingin kantakaupungin alueella. Säilykerasioiden valmistuksen yritys aloitti 1909 ja ensimmäisen pakkausten painatukseen tarvittavan painolinjan yritys hankki vuonna 1912. Vuonna 1948 toimitilojen käytyä kantakaupungissa ahtaaksi, toiminta siirrettiin nykyisiin tehdastiloihin Helsingin Herttoniemeen. Yhtiö hankki ensimmäisen rasia-automaattilinjansa vuonna 1959, aloitti tynnyreiden valmistuksen vuonna 1964 ja siirtyi hitsattuihin rasioihin ensimmäisten joukossa Euroopassa vuonna 1970. [1, s. 6 - 7.]

Vuonna 1993 yhtiö siirtyi osaksi Euroopan suurinta pakkausalan yritystä Carnaud Metalbox:ia ja myöhemmin vuodesta 1996 alkaen yritys on ollut osa Crown Holdings- konsernia, joka on maailman johtava pakkausalan yritys. Konsernin pääkonttori sijaitsee Yhdysvalloissa. Vuonna 1998 yritys otti käyttöön nykyisen nimensä Crown Pakkaus Oy. Herttoniemen tehdas työllistää vakituisesti noin 100 henkilöä. Yrityksen toimitilat Herttoniemessä kuvassa 1. [1, s. 6 - 7.]



Kuva 1. Crown Pakkaus Oy:n Herttoniemen tehdas.



Crown Pakkauksen emoyhtiö Crown Holdings on perustettu vuonna 1892 ja siihen kuuluu 149 tehdasta. Konsernin palveluksessa työskentelee noin 23 000 henkilöä, 40 eri maassa. Konsernin tuotteet on jaettu kolmeen kategoriaan niiden käyttötarkoituksen mukaan. Tuoteryhmät ovat Industrial & Decorative, Consumer Food & Beverage sekä Promotional & Premium. Konsernin tuoteryhmät on esitetty kuvissa 2, 3 ja 4. [3.]



Kuva 2. Crown Holdingsin tuotteita tuoteryhmästä Industrial & Decorative.



Kuva 3. Crown Holdingsin tuotteita tuoteryhmästä Consumer Food & Beverage



Kuva 4. Crown Holdingsin tuotteita tuoteryhmästä Promotional & Premium

#### Yrityksen tuotteet

Crown Pakkaus Oy:n asiakkaita ovat metallipakkauksia käyttävät teknokemian ja elintarviketeollisuuden yritykset niin Suomessa kuin lähialueilla. Teknokemian asiakkaat ovat pääosin maali-, voiteluaine- ja kemikaalialan yrityksiä. Elintarvikeasiakkaista merkittävimmät ovat säilyke- ja vihannesalan yrityksiä. [1, s. 6 - 7.]

Herttoniemen tehtaalla valmistettavia pakkauksia ovat

- 1/3–20 l:n maalipurkit
- 200 l:n avo- ja kiintokansitynnyrit
- 34–68 l:n kemikaalikartiot
- kuluttajasäilykkeet halkaisijaltaan 73 mm–99 mm
- suurtalous-säilykkeet halkaisijaltaan 155 mm–212 mm. [1, s. 6 - 7.]

Pakkaamiseen liittyvänä palveluna yhtiö tarjoaa myös erilaisia sulkemiskoneita ja laitteita sekä niiden huoltoa koko asiakaskunnalleen. [1, s. 6 - 7.]

Tämän insinööritoiminnan tekemisen aikana yritys koki viimeisimmän omistajanvaihdoksensa, jolloin saksalainen perheyrius, Huber Packaging osti Crown- konsernilta neljä tehdasta Euroopasta. Huber Packaging on vuonna 1871 perustettu, edelleen perustajaperheen omistuksessa oleva pakkausalan yritys. Yrityskaupan myötä yhtiöllä on kahdeksan tehdasta seitsemässä eri Euroopan maassa ja se työllistää noin 1 150 henkilöä. [10.]

## **2 Kunnossapito**

### **2.1 Kunnossapidon määritelmä**

Kunnossapito on pyrkimystä pitää koneet ja laitteet sellaisessa tilassa, että ne pystyvät suorittamaan tehtävänsä suunnitellulla tavalla. Sen tavoitteena on ylläpitää KNL:ää eli tuotannon kokonaistehokkuutta ja taata mahdollisuus korkeaan käytettävyyteen ja käyttöasteeseen. Voidaan jopa sanoa, että kunnossapito on koneiden ja laitteiden terveydenhoitoa. [2, s. 59.]

Standardin SFS-EN 13306:2010 mukaan kunnossapito määritellään seuraavasti:

*Kaikki koneen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa koneen toimintakyky sellaiseksi, että kone pystyy suorittamaan halutun toiminnon. [8, s. 8.]*

Kunnossapidoksi ei kuitenkaan katsota koneiden tai laitteiden parannusta tai muutosta. Nämä toimet voivat parantaa kohteen ominaisuuksia tai kunnossapidettävyyttä, mutta eivät ole varsinaista kunnossapitoa. [2, s.19.]

## 2.2 Kunnossapidon historiaa

Kunnossapidon kehittymisen vaiheet voidaan jakaa neljään osaan, eli voidaan puhua neljästä sukupolvea. Nämä neljä sukupolvea ovat pohja nykyisin määritellyille kunnossapitolajeille.

### 2.2.1 Ensimmäinen kunnossapidon sukupolvi

Ensimmäinen kunnossapidon sukupolvi oli laajamittaisesti käytössä 1960-luvulla. Tuolloin koneet pyörivät vikaantumiseen asti ja koneen vikaannuttua tavoitteena oli mahdollisimman nopea korjaaminen. Nopeasta korjaustavoitteesta huolimatta seisokit olivat yleensä pitkiä ja kunnossapitokustannukset korkeita. [4, s.105.]

Pitkien seisokkien vuoksi koneiden integraatioaste pidettiin pienenä, millä mahdollistettiin tuotannon jatkuminen seisokeista huolimatta. Pieni integraatioaste mahdollisti myös koneiden rakenteen yksinkertaisuuden, mikä helpotti vian määrittystä ja korjaustoimenpiteitä. Koneiden rakenteiden yksinkertaisuuden lisäksi koneet olivat yleensä rakenteeltaan ylimitoitettuja. Ylimitoitus johtui lukuunlaskennassa käytettävien työkalujen yksinkertaisuudesta, sekä pyrkimyksestä vähentää kunnossapidon tarvetta. [5.]

Ensimmäisen sukupolven ennakoiva kunnossapito oli pääasiassa koneiden voitelua, säätämistä ja puhdistusta. Kunnossapitotöiden ja koneiden ollessa yksinkertaisia, huoltotöissä tarvittava ammattitaidon taso oli hyvin matala. [5.]

### 2.2.2 Toinen kunnossapidon sukupolvi

Kunnossapidon toinen sukupolvi muutti kunnossapitoa ennakoivammaksi ja huoltotyöt ja varaosien vaihdot tehtiin ennakoivasti määräajoin. Huoltoihin sisällytettiin myös tehtyjen töiden ja vaihdettujen osien raportoinnit. Määräajoin tehdyillä ennakoivilla huoltotoimenpiteillä pystyttiin merkittävästi vähentämään ennakoimattomia konerikkoja, mutta ne aiheuttivat korkeat huoltokustannukset ja veivät turhaa aikaa, koska osien vaihto ei perustunut tarpeeseen vaan aikaväliin. [4, s.105 - 106.]

### 2.2.3 Kolmas kunnossapidon sukupolvi

Kunnossapidon kolmannessa sukupolvessa toisen sukupolven kunnossapitoon lisättiin kunnonvalvontaa ja ennakoivia huoltotoimenpiteitä alettiin suorittaa tarpeen mukaan. Kunnossapidon tarve määriteltiin siis todellisen tarpeen mukaan, jolloin turhat kunnossapidon kustannukset ja kunnossapitoon käytetty turha aika vähenivät. Kolmannen sukupolven aikana koneiden yllättävät vikaantumiset vähenivät huomattavasti. [4, s.105 - 106.]

Kolmannen kunnossapitosukupolven kehittymistä vauhditti koneiden monimutkaistuminen ja automaation määrän kasvaminen. Tämä aiheutti koneiden hinnan nousun, jonka seurauksena koneiden vikaantumisesta johtuvat seisokit tulivat entistä kalliimmaksi. [5.]

### 2.2.4 Neljäs kunnossapidon sukupolvi

Neljännän kunnossapidon sukupolven vaatimukseen vaikutti merkittävästi koneiden ja valmistusprosessien välisen integraation ja automaation lisääntyminen, mikä monimutkaisti koneiden rakennetta ja nosti koneiden hintaa. Monimutkaisemmat koneet toivat mukanaan nopeammat valmistusprosessit, minkä vuoksi tuotantokatkoksista johtuva tuotannonmenetykset oli suurempi kustannus kuin kunnossapito ja korjauskustannukset. [5.]

Koneissa käytettävät uudet tekniikat ja monimutkainen automaatio vaativat kunnossapidon henkilöstöltä ja laitteilta aiempaa enemmän. Ennakoivien huoltotoimenpiteiden suunnittelussa alettiin hyödyntää koneen käyttäjien ja kunnossapidon yhteistyötä ja kunnossapidon osa-alueita ulkoistettiin. Ulkoistamisen tekeminen oli järkevää myös sen vuoksi, että monimutkaisten koneiden huollossa käytettävät mittalaitteet saattoivat

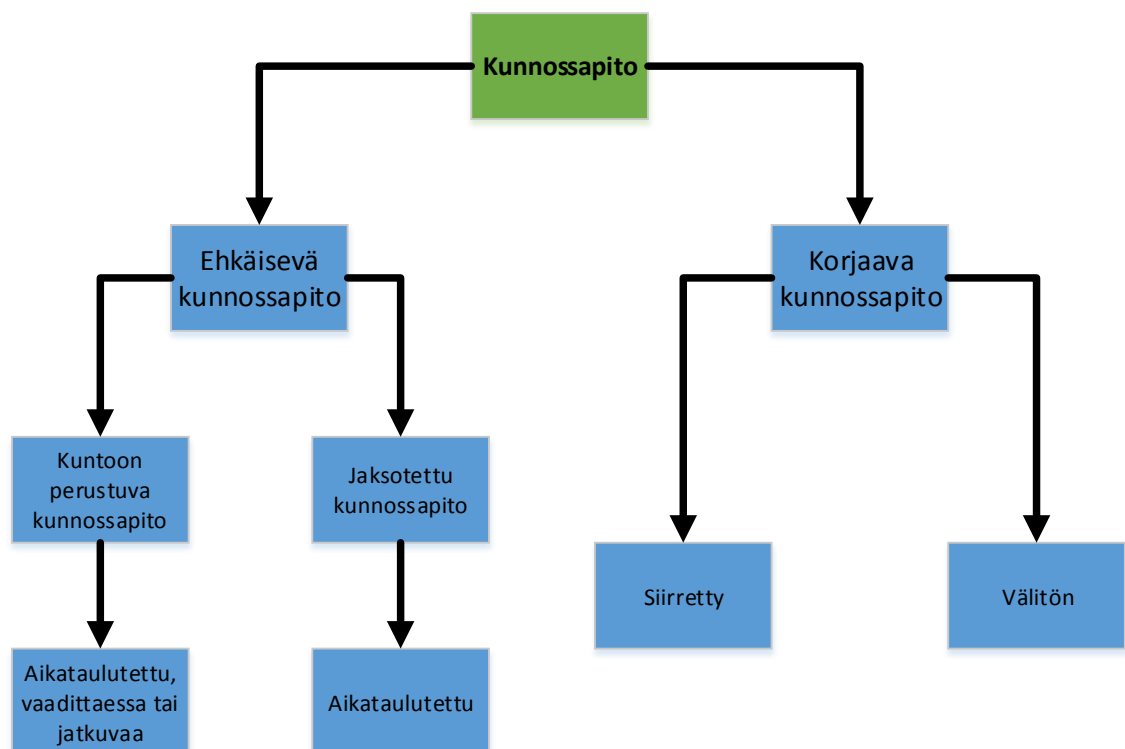
maksaa enemmän kuin huollettava kone. NykYTEKniikka mahdollisti myös koneiden kunnon etävalvonnan ja kunnossapidollisen asiantuntemuksen siirtämisen esimerkiksi videopuhelun avulla mihin tahansa. [4, s.105 – 106; 5.]

### 3 Kunnossapitolajit

Kunnossapito voidaan jakaa kahteen pääosaan vian tai vikaantumisen perusteella. Vika on tila, jolloin kone ei pysty suorittamaan haluttua toimenpidettä. [2, s. 46.]

Tämän määritelmän mukaan pääosat ovat ehkäisevä ja korjaava kunnossapito. Määritelmää sovelletaan jaottelussa periaatteella; havaitaanko vika ennen vai jälkeen, vian aiheuttaman koneen pysähdymisen. [2, s. 46.]

Eri kunnossapitolajit on jaoteltu kuvassa 5:



Kuva 5. Kunnossapitolajit standardin SFS-EN 13306:2010 mukaan.

### 3.1 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevää kunnossapitoa on kaikki kunnossapito, joka tapahtuu ennen kuin koneen vikaantuminen aiheuttaa koneen pysähtymisen tai pysäyttämisen tarpeen. Ehkäisevä kunnossapito voidaan määritellä seuraavasti

*Määrätyin välein tai suunniteltujen kriteerien täytyessä pienennetään vikaantumisen mahdollisuutta tai kohteen toiminnan heikkenemistä. [8, s. 20.]*

Ehkäisevän kunnossapidon tarpeen määrittely kannattavuuden näkökulmasta tapahtuu vastaamalla kysymykseen; ovatko ehkäisevän kunnossapidon kustannukset pienemmät kuin sen puutteen aiheuttamat vahingot ja menetykset. Samasta olettamuksesta voidaan määritellä, mikä on ehkäisevän kunnossapidon oikea määrä. Keskimääräisesti voidaan todeta, että ehkäisevä kunnossapito on 4 - 10 kertaa tehokkaampaa kuin korjaava kunnossapito. [5.]

Ehkäisevän kunnossapidon tehokkaassa suunnittelussa käytetään apuna koneiden vikahistoriaa ja varaosien käytön historiaa. Niiden perusteella voidaan määritellä koneiden keskimääräinen vikaantumis- tai osanvaihtoväli. Toinen suunnitteluun vaikuttava tekijä on koneen toimintatapa ja koneen valmistajan suositukset ja ohjeet koneen huoltamisesta. [5.]

#### 3.1.1 Jaksotettu kunnossapito

Jaksotettu kunnossapito pitää sisällään kaikki huollot, jotka on suunniteltu tehtäväksi jollain määritellyllä aikavälillä. Huoltojen jaksotusperusteena voidaan käyttää:

- kalenteriaikaa (esimerkiksi viikko, kuukausi ja vuosihuollot)
- käyttöaikaa (aika, jonka kone on käynnissä)
- käyttömäärää (tuotetun tuotteen määrä)
- kunnonvalvonnassa saatua tietoa
- käyttötilannetta (esimerkiksi kesälomien aiheuttamat seisokit). [6.]

Perinteisiä jaksotetun kunnossapidon toimenpiteitä ovat koneiden puhdistus, voitelu ja öljynvaihdot sekä erilaiset komponenttien vaihdot. [6.]

### 3.1.2 Kunnonvalvonta

Kunnonvalvonta on koneen kunnon seuranta tarkkailemalla tai mittaamalla. Tarkkailu tai mittaus voi olla koneen käyttäjän suorittamaa tai automatisoitua, ja se voi tapahtua kokoaikaisesti tai tietyin tarkastusvälein. Kunnonvalvonnan tarkoituksena on havaita vika ja korjata se ennen kuin aiheutuu viasta johtuva tuotannon keskeytys. [6.]

Kunnonvalvonta on tärkeää, koska nykyaikaiset teollisuuslaitokset ja tuotantolinjat rakennetaan ilman varakoneita, jolloin yksittäisen koneen toimintavarmuus vaikuttaa merkittävästi koko tehtaaseen. Tuotantomäärien kasvaminen aiheuttaa tuotantokatkosten hinnan nousun ja kasvun vaatima koneiden nopeampi toiminta aiheuttaa vikojen nopeamman kehittymisen. Tämän vuoksi kunnonvalvonta on entistä merkittävämpi osa ennakoivaa kunnossapitoa ja sen tehokasta suunnittelua. [7.]

### 3.1.3 Kuntoon perustuva kunnossapito

Kuntoon perustuva kunnossapito on ehkäisevää kunnossapitoa, joka suunnitellaan ja aikataulutetaan kunnonvalvonnan avulla määritetyn vikatiheyden perusteella. Tarkoituksena on huoltaa kone ennen vikaantumista. [8,s. 20.]

## 3.2 Korjaava kunnossapito

Korjaavaa kunnossapitoa on kaikki kunnossapito, joka tapahtuu koneen vikaantumisen jälkeen. Korjaava kunnossapito voidaan määritellä seuraavasti:

*Korjaava kunnossapito on kunnossapitoa, jota tehdään vian havaitsemisen jälkeen tavoitteena saattaa kohde tilaan, jossa se voi toteuttaa vaaditun toiminnon. [8, s. 22.]*

Korjaavan kunnossapidon raportointia voidaan käyttää hyödyksi koneenosien elinkaaren laskennassa, kun raportointiin on sisällytetty seuraavat asiat:

- vian määrittäminen
- vian tunnistaminen
- vian paikallistaminen
- tehdyt korjaustoimenpiteet ja toimintakuntoon palauttaminen.

Yllämainittujen tietojen perusteella voidaan seurata, millä aikavälillä osat vikaantuvat ja näin ollen kehittää ehkäisevää kunnossapitoa. [2, s. 46 - 51.]

### 3.2.1 Siirretty kunnossapito

Siirretty kunnossapito on korjaavan kunnossapidon osa-alue, jossa korjausta ei suoriteta heti vikaantumisen jälkeen vaan sitä viivästytetään. Viivästys voi johtua esimerkiksi siitä, että käynnissä oleva tuotanto ei anna mahdollisuutta koneen tai tuotantolinjan pysäyttämiseen. [8,s. 22.]

Siirretyn kunnossapidon soveltaminen tuotannon häiriintymättä vaatii sellaisen vikaantumisen, joka ei suoraan vaikuta koneen tai tuotantolinjan toimintaan. Tällainen vika voi olla esimerkiksi kahdennetun komponentin hajoaminen.

### 3.2.2 Välitön kunnossapito

Välitön kunnossapito on siirretyn kunnossapidon vastakohta, eli vika korjataan heti sen havaitsemisen jälkeen. Välitön kunnossapito on välttämätöntä kriittisten, eli tuotantoon suoraan vaikuttavien komponenttien vikaantuessa. [8,s. 22.]



## 4 Kunnossapito Crown Pakkaus Oy:ssä

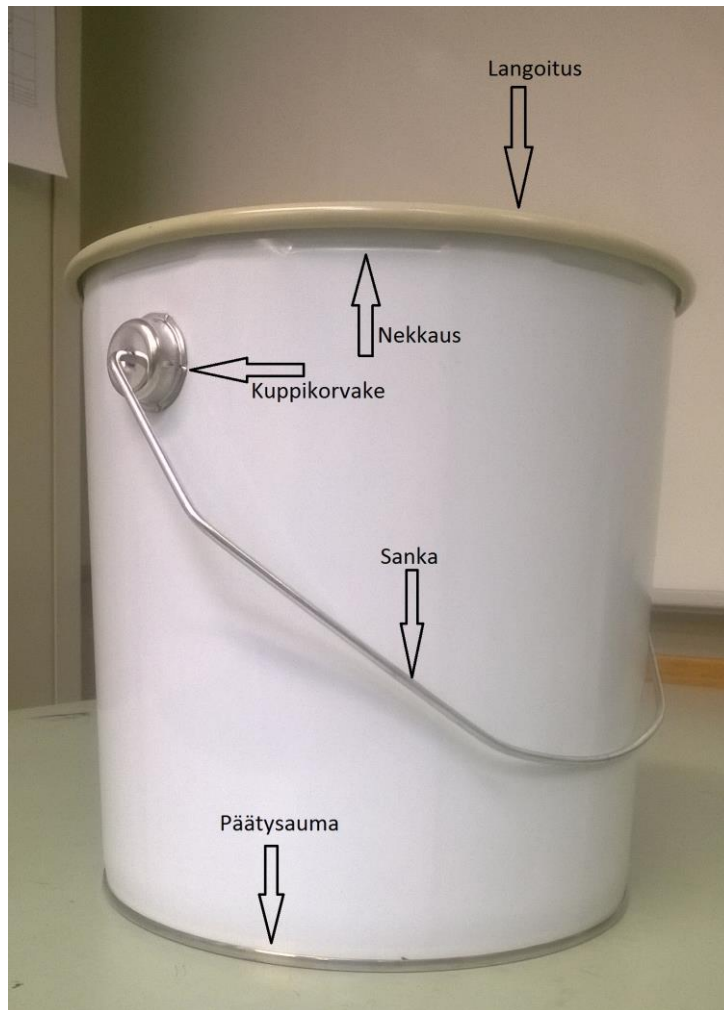
### 4.1 Konekanta

Pakkausvalmistuksessa yhtiöllä on käytössään kahdeksan räätälöityä automaattista valmistuslinjaa, joiden kehityksessä on hyödynnetty konsernista löytyvää ammattitaitoa. Valmistuslinjojen keskeisinä prosessin osina ovat: teräslevyn arkkileikkaus runko-levyaihioiksi, lanka- tai rullahitsaus, tukisikkien pullistus, päädyn muokkaus ja langoitus, korvakkeiden hitsaus, sankalangan muokkaus ja päädyn saumaus. Kyseisillä valmistuslinjoilla valmistettavien tuotteiden halkaisijat ovat 73 - 570 mm ja valmistusprosessin nopeudet vaihtelevat välillä 6 - 400 kpl/min. [1, s. 6 - 7.]

Linjoilla valmistettavien tuotteiden komponenttien valmistuksessa yhtiöllä on käytössään erilaisia epäkeskopuristimia, kansilinoja ja kumitusuuneja. [1, s. 6 - 7.]

### 4.2 3 litran kartiolinja

3 litran kartion tuotantolinja on linjamuotoinen tuotantojärjestelmä eli se koostuu peräkkäin asetetuista erillisistä koneista. Linjalle syötetään raakalevy, jonka tuotantolinja muovaa kuvassa 6 näkyväksi 3 litran maalipurkiksi. Linjan koneet syöttävät aihion seuraavaan työvaiheeseen automaattisesti kuljetinta pitkin. Koneiden välissä olevat kuljettimet toimivat pienenä välivarastona, joka mahdollistaa pienet erot koneiden tahtiajassa. Kuljettimet mahdollistavat myös sen, että pieni konestoppi ei pysäytä koko linjaa. Tuotantolinjan layout on liitteessä 1.



Kuva 6. 3 litran maalipurkki.

Linja koostuu 24 eri koneesta ja niiden välisistä kuljettimista. Linjan koneet ovat seuraavat:

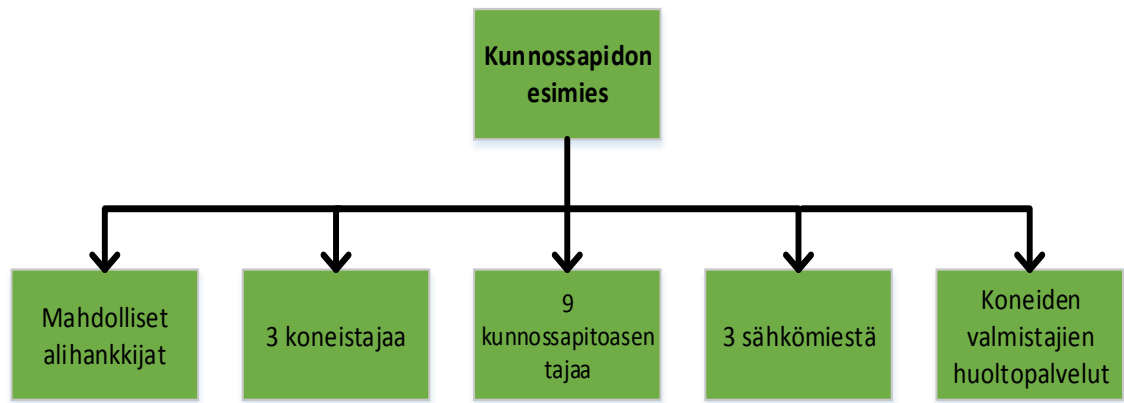
- **Leikkuri** leikkaa painosta tulleet raakalevyt oikeaan kokoon.
- **Hitsauskone** muovaa levyn sylinteriksi ja hitsaa levyn päädyt kiinni.
- **Pulverikone** suihkuttaa suojapulveria hitsaussauman suojaksi.
- **Uuni** kovettaa hitsaussauman suojana olevan pulverin.
- **Sokeaintarroittaja** kiinnittää näkövammaisille tarkoitetun varoitustarran kartioon.
- **Pullistaja, 2 kpl**, pullistaa sylinterimäisen purkinrunгон kartiomaiseksi.

- **Langoituskone, 2 kpl**, muovaa kartion yläreunassa olevan langoituksen.
- **Reunustuskone, 2 kpl**, muovaa kartion alareunan päädyn kiinnittämistä varten.
- **Päätysaumauskone, 2 kpl**, saumaa päädyn kiinni kartioon.
- **Korvakkeiden hitsauskone, 2 kpl**, hitsaa kuppikorvakkeen kiinni kartioon.
- **Suojalakkauskone, 2 kpl**, suihkuttaa suojalakan kartion sisäpuolelle, kuppikorvakkeen hitsauksen päälle.
- **Nekkauskone, 2 kpl**, tekee kartion yläreunaan urat, joihin painokansi kiinnittyy.
- **Mustesuihku** tekee päivämäärä- ja tilausnumeromerkinnän kartioon.
- **Tester**i testaa purkin tiiveyden.
- **Kääntäjä** kääntää purkin oikeaan asentoon sankakonetta varten.
- **Sankakone** muotoilee ja kiinnittää sangan kuppikorvakkeisiin.
- **Pinoaja** pinoaa purkit lavausta varten.

Tuotantolinja alkaa yksinkertaisena, mutta jakaantuu sokeaintarroituksen jälkeen kahteen linjaan. Jakaminen johtuu seuraavien koneiden pienemmästä tuotantonopeudesta, mutta mahdollistaa myös tuotannon jatkamisen puolinopeudella, jos linjan kahden netulla osalla tapahtuu konerikko. Nekkauskoneen jälkeen linja palautuu takaisin yksinkertaiseksi.

#### 4.3 Kunnossapito-organisaatio

Crown Pakkaus Oy:n kunnossapito-osastoon kuuluu 16 henkilöä ja osasto toimii kahdessa vuorossa lukuun ottamatta kunnossapidon esimiestä. Kunnossapito-organisaation koostumus on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Crown Pakkaus Oy:n kunnossapito-organisaatio.

Crown Pakkaus Oy:ssä kunnossapidon esimies vastaa töiden jakamisesta kunnossapidon henkilöstölle ja huolehtii, että jokaisella on osaamistaan vastaava työtä. Kunnossapidon esimiehen tehtäviin kuuluu myös tehdyistä huoltotoimenpiteistä raportointi tuotantopäällikölle ja yrityksen johdolle, varaosien ja tarvikkeiden hankinta sekä huolehtiminen huolto-ohjelman toteutumisesta ja huoltojen aikatauluttamisesta yhdessä tuotannonsuunnittelun kanssa.

Kunnossapitoasentajat vastaavat vikojen korjauksista, koneiden ja tuotantolinjojen perusparannuksista ja muutostöistä sekä huolto-ohjelman mukaisista huolloista yhdessä linjajhenkilöstön kanssa.

Koneistajien työnkuvaan kuuluu puristintyökalujen korjaukset ja teroitukset sekä koneen osien korjaus ja valmistus. Koneistusosastolla on käytössä erilaisia sorveja, jyrsimiä, hiomakoneita ja poria. Koneistusosastolla käytettävät koneet ovat manuaalisia, koska NC-koneiden käyttö ei töiden luonteen vuoksi ole järkevää.

Sähkömiehet hoitavat koneiden sähkö- ja automaatiojärjestelmien kunnossapidon. Kunnossapidollisten töiden lisäksi sähkömiehet huolehtivat koneiden sähköisten turvajärjestelmien toimivuudesta.

Oman huolto-organisaation lisäksi kunnossapidon apuna käytetään tarvittaessa alihankkijoita ja koneiden valmistajien tarjoamia huolto- ja korjauspalveluita.

#### 4.4 Kunnossapito-ohjelma

Crown Pakkauksella ei sovelleta varsinaista kunnossapito-ohjelmaa, mutta käytännössä voidaan todeta, että kunnossapito on ensimmäisen kunnossapitosukupolven kaltaista eli RTF- tyyppistä. Se tarkoittaa, että normaalia jaksotettua kunnossapitoa, lukuun ottamatta muuta ehkäisevää kunnossapitoa, ei suoriteta. [2, s. 48.]

Jaksotetut huollot on määritelty koneiden valmistajien suositusten mukaisesti ja niiden vaatima aika otetaan huomioon tuotannonsuunnittelussa. Jaksotettuihin huoltoihin kuuluvat seuraavat huollot:

- viikkohuollot
- kuukausihuollot
- vuosihuollot.

RTF:ään kuuluva koneiden vikaseuranta tapahtuu käyttöhenkilöstön toimesta ja vikaseurannan tarkoitus on pitää koneet käynnissä, mutta tietoja ei jatkoa ajatellen raportoida mihinkään. Tämä aiheuttaa sen, että tietojen hyväksikäyttäminen ennakoivan kunnossapidon järjestämisessä ja suunnittelussa ei onnistu.

#### 4.5 Kriittiset varaosat

Yrityksellä on määriteltynä listat kriittisistä varaosista, joiden pitää löytyä tehtaalla olevasta päävarastosta. Kriittisten varaosien listat on määritelty tuotantokoneiden valmistajien suositusten ja kokemuksen mukaan.

Tehtaalta löytyvien varaosien lisäksi käytössä ovat tarvittaessa myös konsernin muiden tehtaiden varaosavarastot. Konsernin sisällä tehtaiden välinen yhteistyö on toimivaa ja vasteaika varaosan saamiseksi on hyvin pieni.

## 5 3 litran maalipurkkilinjän toimivuuden kartoitus

### 5.1 Konestoppien kartoitus

Tuotantolinjan toimivuuden kartoitus alkoi konestoppien lukumäärän selvittämisellä. Selvitys toteutettiin kuvassa 8 näkyvällä ”tukkimiehen” kirjanpidolla siten, että tuotantolinjan jokaisen koneen kylkeen kiinnitettiin lappu, johon linjajenkilöstö merkkasi viivan aina, kun kone pysähtyi. Raportointi haluttiin pitää näin yksinkertaisena, että siitä ei muodostuisi liian kuormittavaa linjajenkilöstölle ja heidän normaalit työtehtävänsä eivät häiriintyisi. Liiallinen kuormittavuus voisi myös aiheuttaa stoppien merkkeamattomuuden.



Kuva 8. 3 litran maalipurkkilinjän konestoppien raportointi.

Ensimmäinen tarkastelujakso kesti neljä viikkoa, joiden aikana dataa kerättiin 29 työvuoron ajalta. Tuona aikana konestoppeja kertyi linjalla yhteensä 521 kpl. eli keskimäärin noin 18 konestoppia jokaisessa vuorossa.

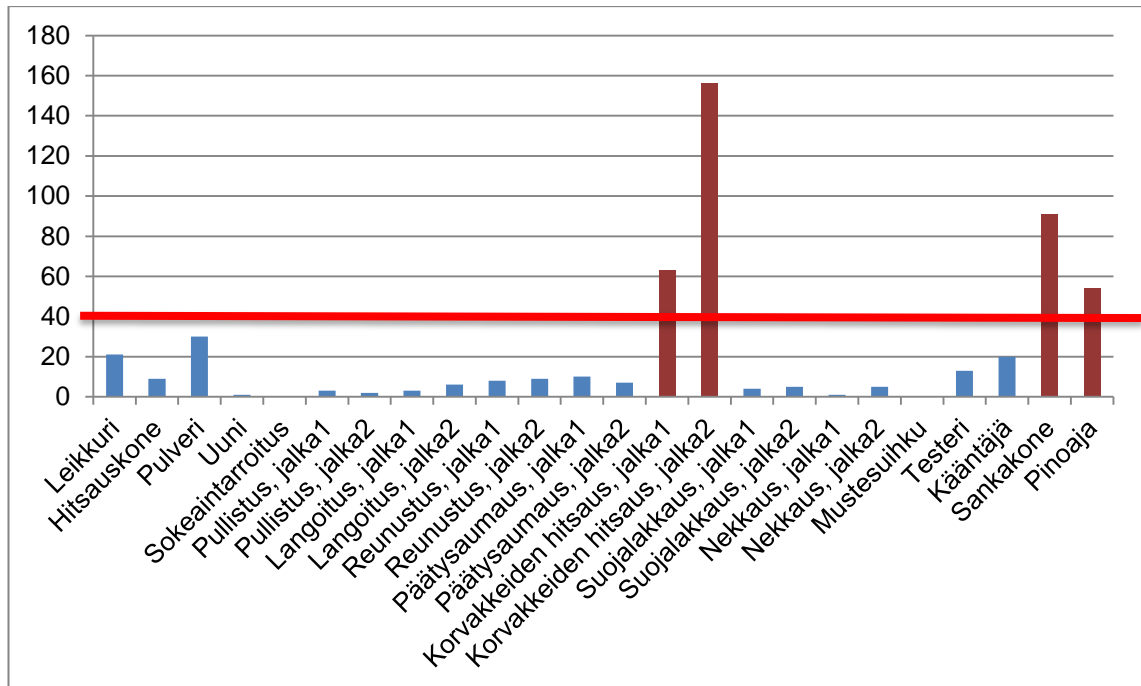
Yksittäisen konestopin aiheuttamaa tuotantolinjan seisahtumisaikaa on käytännössä mahdotonta mitata tarkasti, mutta kyseiset pysähdykset ovat pääsääntöisesti melko lyhyitä. Tämän vuoksi konestoppien aiheuttamien tuotannonmenetysten laskennassa käytetty kahden minuutin seisahtumisaika on vain karkea arvio stoppien keston keskiarvosta. Tuolla laskennalla saadaan keskimääräiseksi seisahtumisajaksi 36 minuuttia jokaista työvuoroa kohti. Linjan tuotantovauhdin ollessa 36 kappaletta minuutissa, jo-

kaisessa vuorossa jää valmistumatta 1 296 purkkia. Kun työskennellään keskimäärin yhdeksän kuukautta vuodesta kahdessa vuorossa ja noin kolme kuukautta vuodesta kolmessa vuorossa, saadaan konestopeista johtuvaksi tuotannonmenetyksesi lähes 713 000 purkkia vuodessa. Stoppien aiheuttamat kustannukset on laskettu standardipurkin materiaali- ja tuotantokulujen mukaan. Laskelma on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Stoppien aiheuttamat kustannukset

Lukumäärä	Kuvaus
18	konestoppia keskimäärin/vuorossa
2	min. keskimäärin/stoppi
36	kpl./min. tuotantovauhti
1296	purkkia/vuoro valmistumatta
242	työpäivää/v.
3	kk. yövuoroa/v.
66	yövuoroa/v.
242	aamuvuoroa/v.
242	iltavuoroa/v.
550	vuoroa/v.
712800	purkkia valmistumatta/v.
0,9	€/purkki
641520	€ tuotantoa menetetty/v.

Kolmen litran maalipurkkilinjan laajuuden sekä konestoppien lukumäärän selkeän jakautumisen vuoksi päätettiin konestoppien syiden tarkempi selvitys rajata useimmin pysähtyviin koneisiin. Tarkempaan selvitykseen päätettiin ottaa kaikki linjan koneet, jotka olivat pysähtyneet neljän viikon tarkastelujaksolla yli 40 kertaa. Konestoppien jakaantuminen eri koneiden välillä on esitetty kuvassa 9.



Kuva 9. 3 litran maalipurkkilinjän konestopit koneittain.

Kuten taulukosta voidaan todeta, suurin osa stopeista aiheutuu neljästä linjan koneesta. Näitä koneita olivat molemmat korvakkeiden hitsauskoneet, sankakone ja pinoaja.

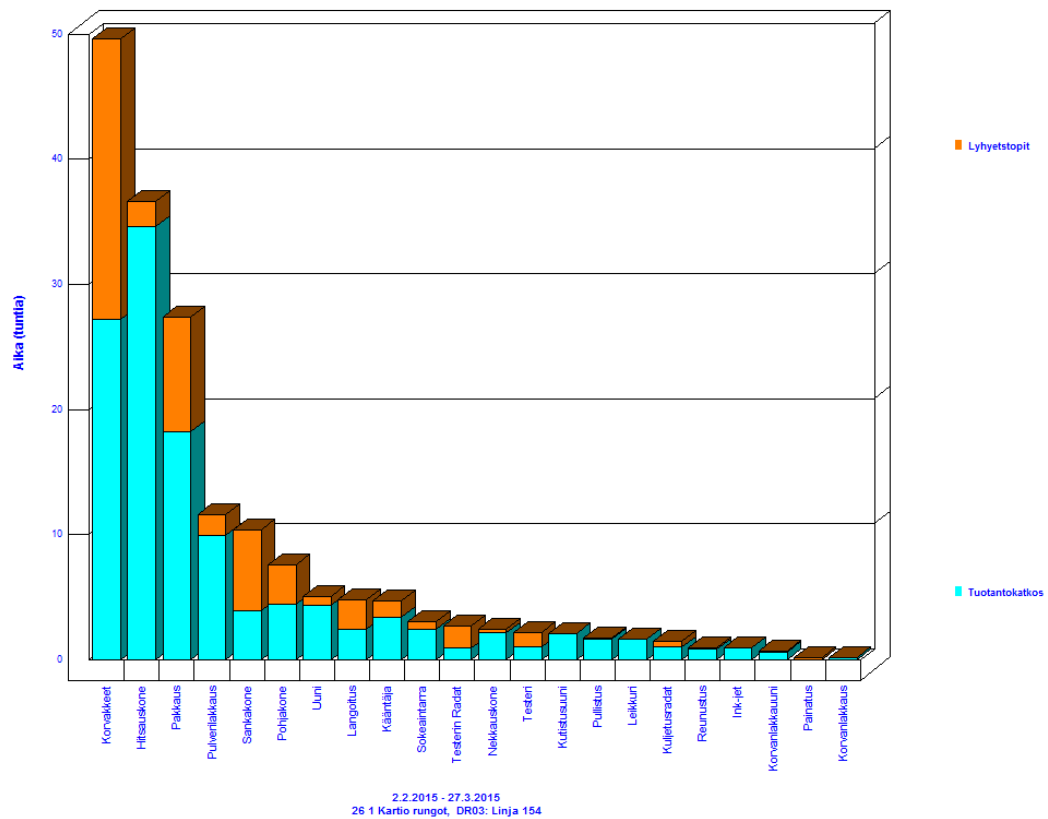
## 5.2 Linjan seisokkiajan kartoitus

Linjan seisokkiajan kartoituksessa käytettiin apuna Crown Pakkauksella käytössä olevaa Modus -tuotannonseurantaohjelmaa, jonne linjahenkilöstö raportoi tuotannon tapahtumista. Ohjelmaan raportoidaan konekohtaisesti työvuoron ongelmat, hävikki, tehokkuus ja seisonta-ajat. Lyhyiden stoppien lukumäärään tehokas raportointi ohjelmaan ei onnistu, minkä vuoksi edellisessä kappaleessa esitetty stoppien lukumäärän kartoitus suoritettiin.

Moduksessa pystyy luomaan kuvan 10 mukaisia taulukoita monilla erilaisilla parametreilla, riippuen siitä mitä asioita halutaan tarkastella. Ohjelmasta saatavien raporttien pohjalta tuotannon ongelmia ja ennakoivan kunnossapidon tarvetta pystytään kartoittamaan tehokkaasti.



Downtime 525 DR03 154



Kuva 10. Modus-raportti tuotantolinjan seisokkiajasta tarkastelujaksolla.

Modus mahdollistaa tuotannon seuraamisen käyttäjän valitsemalla tarkasteluvälillä ja erottelee seisokkiajan tuotantokatkoksiin ja lyhyisiin konestoppeihin konekohtaisesti. Moduksen luoman, tuotantolinjan seisokkiaikaa kuvaavan raportin pohjalta voidaan osoittaa kunnossapidon tarve eniten seisokkiaikaa aiheuttaviin koneisiin. Tämä on tärkeää tehokkaasti toimivan ennakoivan kunnossapidon luomiseksi.

## 6 Tulokset

### 6.1 Eniten konestoppeja aiheuttaneet koneet

#### 6.1.1 Korvakekoneet

Molempien korvakehitsauskoneiden ongelmaksi paikallistettiin korvakkeiden ja purkkien syöttöhäiriöt. Korvakkeiden syöttöhäiriöt johtuivat korvakehitsauskoneen korvakkeiden syöttölaitteesta puuttuvista magneeteista, jotka pitävät hitsattavan korvakkeen kiinni hitsauselektrodissa. Magneetit olivat päässeet irtoamaan paikaltaan, mikä aiheutti korvakkeiden syötössä virheasentoja, minkä seurauksena korvake ei hitsautunut oikein.

Toinen korvakkeiden katkeamattomaan syöttöön vaikuttava tekijä oli liian öljyiset korvakkeet. Tämän ongelman aiheutti erillinen kone, jolla korvakkeet valmistetaan. Korvakkeiden teossa käytettävän voiteluöljyn määrää vähennettiin.

Purkkien syöttöhäiriöiden syyksi ei löydetty mitään yksittäistä tekijää. Syöttöhäiriöt johtuivat linjan ajoituksessa tapahtuvista häiriöistä, mutta koska häiriöt olivat aina erilaisia, niiden aiheuttajaa ei pystytty paikallistamaan.

#### 6.1.2 Sankakone

Sankakoneen konestoppien aiheuttajaksi paljastui linjalla sankakonetta ennen oleva kääntäjä, joka päästi läpi purkkeja hiukan väärässä asennossa. Kääntäjän toiminnassa esiintyi myös ongelma, jossa kone ei löydä hitsaussaumaa heti vaan joutuu pyörittämään purkkia monta kierrosta.

Kääntäjän toimintaperiaate on tunnistaa purkin hitsaussauma. Tunnistus tapahtuu kahdella anturilla, jotka muodostavat virtapiirin, kun hitsaussauman kohdalla oleva paljas metalli johtaa antureiden välisen matkan. Purkin kääntäminen oikeaan asentoon on tärkeää, jotta sankakone pystyy syöttämään sankalangan kuppikorvakkeessa olevaan reikään.

Sankakoneen anturit ovat muovista valmistettujen, joustavien kiinnikkeiden päässä. Kiinnikkeiden joustavuudella varmistetaan anturin kiinni pysyminen purkin kyljessä, kun

pyörittäjä pyörittää purkkia. Kiinnikkeet on valmistettu erilaisista materiaaleista ja toinen kiinnikkeistä osoittautui liian hauraaksi käyttötarkoitukseensa. Toinen kiinnikkeistä katkeilee usein ja voidaan olettaa, että kiinnikkeen puuttuva joustavuus voi myös vaikuttaa hitsausseaman löytymiseen, koska toinen antureista ei painaudu hyvin purkkia vasten.

### 6.1.3 Pinoaja

Pinoajan stopit aiheutuivat neljän viikon tarkastelujakson kahtena ensimmäisenä viikona. Koneen stoppien syyksi paikallistettiin ohjelmistovika, joka aikaansai koneen epäloogisen toiminnan. Tarkastelujakson puolivälissä kone huollettiin, minkä seurauksena koneen stopit vähenivät 80 %. Korjauksen jälkeen koneen toimintavarmuus oli sillä tasolla, että perinpohjaisempiin tutkimuksiin ei ryhdytty.

## 6.2 Huolto-ohjeiden päivitys

Yrityksellä käytössä olevat huolto ohjeet on koottu valmistajan ohjeiden ja kokemuksen mukaan. Huolto-ohjeiden päivityksessä viikkohuolto-ohjeeseen lisättiin korvakekoneiden korvakkeensyöttäjän magneettien tarkastus. Magneettien paikallaolon säännöllisellä tarkastuksella päästään yksinkertaisesti eroon korvakkeiden syöttöongelmista.

Viikkohuolto-ohje ohjeistaa saumauskoneen rasvauksen kerran viikossa, mutta kone kärsii silti voitelun puutteesta. Tämän perusteella saumauskoneen rasvaus ohjeistetaan tehtäväksi kaksi kertaa viikossa, etenkin kun linjaa ajetaan kolmessa vuorossa. Oikean voitelun varmistamiseksi viikkohuolto-ohjeeseen lisätään tarkastus, jolla varmistetaan saumauskoneen rasvanippojen letkujen paikallaan pysyminen.

## 6.3 Konekortit

Crown Pakkauksella huoltojen seuranta on tapahtunut merkitsemällä kunnossapitosuunnitelmaan huolto tehdyksi ja huoltotoimenpiteiden jäljitettävyyks on hoidettu arkistoimalla vanhat kunnossapitosuunnitelmat. Kyseinen menettely on helppo hallinnoida, mutta ainoa informaatio, jonka kyseisestä raportoinnista saa, on onko huolto tehty vai tekemättä. Tehokas kunnossapito ja etenkin tehokas kunnossapidon suunnittelu vaatii toimiakseen enemmän informaatiota.

Vanhan raportoinnin tueksi tuotantolinjalle luotiin konekortit. Jokaiselle linjan koneelle luotiin kortti, johon merkataan koneelle tehty huollot ja vaihdetut varaosat. Konekorttien käyttöönotto mahdollistaa kunnossapidon muuttamista ennakoivammaksi pitkällä aikavälillä. Korteista kerättävän informaation avulla voidaan määrittää koneiden ja niiden osien todellista käyttöikää juuri siinä ympäristössä, jossa koneita käytetään.

Liitteessä 2 on luodun konekortin pohja, joka yksilöitiin jokaiselle koneelle keräämällä korttiin koneiden tiedot. Yrityksen toivomuksesta liitteenä olevassa kortissa ei ole näkyvissä yksityiskohtaisia tietoja koneista.

#### 6.4 Linjan parannusehdotukset

Linjan toimivuuden kartoituksen yhteydessä paljastui konestoppien aiheuttajia sekä linjatyöskentelyä hankaloittavia asioita. Linjan parannusehdotukset ovat näihin asioihin kantaa ottavia ja näitä korjaavia toimenpiteitä. Suurempia linjan muutostöitä tai investointeja vaativia muutoksia ei suunniteltu.

Konestoppien tarkastelujaksolla linjan leikkurin aiheuttamia tuotantokatkoksia kertyi 21 kappaletta. Nämä stopit aiheutuivat vain tiettyä levylaatua ajettaessa ja muuten leikkuri toimi moitteetta. Stopit aiheutuivat kaksoislevyn syötöstä, eli tilanteesta, jossa kaksoislevyn vartija pysäyttää koneen. Kaksoislevyn syöttö on tilanne, jossa alistaja syöttää koneeseen kerralla kaksi levyä päällekkäin, oikein toimiessaan alistaja erottelee levyt ja levyt syötetään yksi kerrallaan. Alistaja erottelee levyjä ilmasuuttimien sekä magneettien avulla. Levypakan etureunassa erottelu toimi hyvin, mutta kuvassa 11 näkyvässä levypakan takareunan suuttimesta ilmanpaineletku puuttuu kokonaan. Lisäämällä ilmasyötön levyjen erottuminen paranee merkittävästi. Ilmasyötön vaikutus koneen toimintaan voidaan todeta yrityksen toisella tuotantolinjalla, jossa ilmasuuttimet puhaltavat ilmaa leikkurissa olevan pakan etu- ja takareunaan. Kyseisellä leikkurilla kaksoislevyn syöttöjä ei esiinny.



Kuva 11. Leikkurin ilmasuutin, ilman ilmaletkua.

Toinen havaittu ongelma ei aiheuttanut konestoppeja, koska linjohenkilöstö pystyy ne toiminnallaan estämään. Turhien stoppien estäminen kuluttaa kuitenkin linjohenkilöstön resursseja merkittävästi. Kyseessä on leikkurin jätekuljettimen moottorin ketjun väliin menevä leikkuujäte. Kuljettimen purkupäässä jäteastian menevä leikkuujäte jää kuvan 12 mukaisesti rattaan akselin päälle, jolloin riskinä on jätteen kiilautuminen rattaan ja ketjun väliin. Kiilautumisesta seuraa moottorin ylikuormitus ja sulakkeen palaminen. Vian korjaamiseksi tarvitaan sähkömiestä, jota ei välttämättä ole jokaisessa työvuorossa paikalla. Estääkseen moottorin ylikuormituksen linjohenkilöstön täytyy käydä jatkuvasti puhdistamassa akselin päälle jääneet leikkuujätteet, jolloin he ovat poissa muista töistä. Tehokkaampi ratkaisu ongelmaan olisi koneiston kotelointi siten, että tilannetta ei pääse syntymään.



Kuva 12. Leikkurin jätekuljettimen koneisto.

Linjatyöskentelyn tehostamiseksi linjalle tulisi sijoittaa nykyistä tiheämmin työkalupisteitä, joista löytyisi kaikki linjatyöskentelyssä tarvittavat työkalut selkeästi jaoteltuna ja merkittynä. Kaikki tarpeettomat työkalut tulisi siivota linjalta pois. Tällä välttäisiin ajantuhlaukselta työkalujen etsimisessä.

## 6.5 Toimenpiteiden rahallinen vaikutus

Tämän insinööriyön perusteella tehtyjen muutosten vaikutusta ei voida vielä mitata, mutta niiden rahallinen arvo voi olla yritykselle merkittävä. Jos neljän eniten stoppeja aiheuttavan koneen pysähdyksiä saadaan vähennettyä 20 %, yritys saa valmistettua lähes 90 000 €:n arvosta lisää purkkeja vuodessa. Jos jokaisen noiden neljän koneen stopit vähentyisivät stoppien tarkempaan kartoittamiseen vedettyynajaan eli 40 stoppiin, säästöt olisivat noin 250 000 € vuodessa. Laskennassa käytetty laskutapa olettaa, että muiden koneiden stopit pysyvät tarkastelujakson mukaisella tasolla. Lisää laskelmia on esitetty liitteessä 3.

## 7 Yhteenveto

Tämän insinööriyön tarkoituksena oli kehittää työssä käsitellyn tuotantolinjan toimintaa varmemmaksi ja helpottaa tuotantolinjaa käyttävien henkilöiden työskentelyä. Tavoitteena oli selvittää syyt, jotka aiheuttavat tuotannon aikaisia pieniä konestoppeja ja kartoittaa linjan tuotantotehokkuuteen negatiivisesti vaikuttavia asioita. Tehdyt havainnot oli lähtökohtaisesti pyrittävä ratkaisemaan siten, että suuria investointeja ei jouduttaisi suorittamaan. Investointeja nykyiseen tehdaskiinteistöön ja tuotantolinjoihin pyritään välttämään lähivuosina mahdollisesti tapahtuvan uusiin tuotantotiloihin muuton vuoksi.

Tuotantolinjalta ja työympäristöstä löytyi paljon korjattavaa, ja kuten konestopeista kerätty data osoittaa, linjan toimintavarmuudessa on parannettavaa. Valitettavasti insinööriyön tiukan aikataulun ja yrityksessä työn tekohetkellä vallitsevan hektisen tilanteen vuoksi korjaavia toimenpiteitä ei ehditty toteuttaa. Työn tuloksena esitellyt korjausehdotukset lisättiin kuitenkin yrityksessä käytettävälle ”action plan”- listalle, jonka perusteella yrityksen tuotantoa kehitetään.

Edellisessä kappaleessa mainittu yrityksen hektinen tilanne johtuu käynnissä olevasta omistajanvaihdoksesta. Vaihdos sattui tämän insinööriyön kannalta hankalaan aikaan, koska se tapahtui työn loppuvaiheessa. Tämän vuoksi tämä insinööriyö on tehty Crown Pakkaus Oy:lle vaikka työn valmistuttua yritys kuuluu jo Huber Packagingiin.

Linjalle luodun konekorttijärjestelmän vaikutuksia tuotannon varmuuden parantumiseen ei vielä pysty arvioimaan, sen mahdolliset vaikutukset yritys näkee pitemmällä tähtäimellä omilla mittareillaan. Oikein käytettynä se antaa kuitenkin hyvät valmiudet linjan koneiden kunnonseurantaan ja kunnossapidon kehittämiseen ennakoivammaksi.

Kokonaisuutena voidaan todeta, että suurimmat linjan toimintavarmuuteen vaikuttavat tekijät ovat koneiden vanhuus sekä ennakoivan kunnossapidon puutteet. Kunnossapidossa sovelletaan koneiden rakennusvuosina käytössä olleita kunnossapitomalleja, jotka eivät oikein istu nykyaikaiseen teolliseen tuotantoon. Nykyisin teollisuudessa käytettävät toimintamallit, joilla pyritään minimoimaan varastot ja tuotteiden läpimenoajat, vaativat toimiakseen hyvin toimivan ennakoivan kunnossapidon.

Tämä insinöörityö loppuu lainaukseen Opetushallituksen internetsivuilta. Kyseisen lauseen sisältö on helppo allekirjoittaa tämän työn tekemisen jälkeen.

*Kunnossapito parantaa liiketoimintaa, takaa tuotannon ja lisää teollisuuslaitoksen arvoa. [9.]*



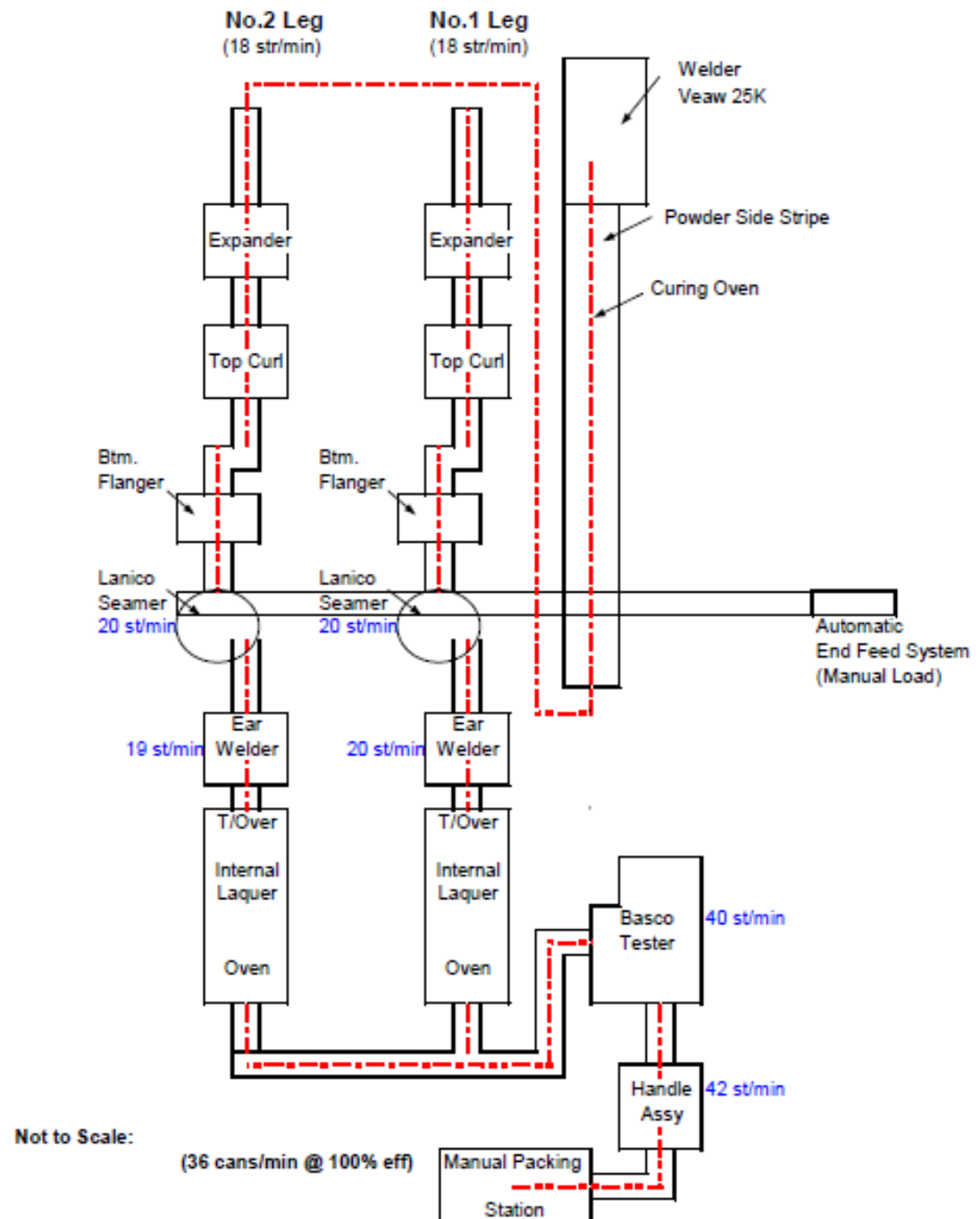
## Lähteet

- 1 Soininen, I. 2012. Toimintakäsikirja Crown Pakkaus Oy. Crown Pakkaus Oy. Toimintakäsikirja.
- 2 Järviö, J. 2012. Kunnossapito. Helsinki. KP-Media Oy.
- 3 Facts and figures. Crown Holdings:n kotisivut. 2015 [viitattu 13.3.2015]. Saatavissa: <http://www.crowncork.com/about-crown/facts-and-figures>.
- 4 Laine, H. S. 2010. Tehokas kunnossapito: tuottavuutta käynnissäpidolla. Rajamäki, KP-Media Oy
- 5 Saarnio, M. 2015. Kunnossapito. Luentomuistiinpanot. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikka. Helsinki.
- 6 Opetushallitus. 2015. 2.3 Kunnossapidon toiminnot ennen vian ilmenemistä. [viitattu 20.3.2015]. Saatavissa: [http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet\\_2-3\\_kunnossapidon\\_toiminnot\\_ennen\\_vian\\_ilmenemista.html](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_2-3_kunnossapidon_toiminnot_ennen_vian_ilmenemista.html)
- 7 Opetushallitus. 2015. 1. Johdanto kunnonvalvontaan. [viitattu 20.3.2015]. Saatavissa: [http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/mekaniikka\\_k1\\_johdanto\\_kunnonvalvontaan.html](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/mekaniikka_k1_johdanto_kunnonvalvontaan.html)
- 8 Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. SFS-EN 13306. 2010. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Helsinki.
- 9 Opetushallitus. 2015. 7.3 Kunnossapito-ohjelman suunnittelu. [viitattu 23.4.2015]. Saatavissa: [http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet\\_7-3\\_kunnossapito-ohjelman\\_suunnittelu.html](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_7-3_kunnossapito-ohjelman_suunnittelu.html)
- 10 Huber Packaging. 2015. News. [viitattu 24.4.2015]. Saatavissa: <http://www.huber-packaging.com/en/company/news>

### 3 litran kartiolinjan layout

#### Helsinki Plant

#### 3 Ltr. Pail Line



## Konekortti

Konekortti

Crown Pakkaus Oy

Kone	Malli	Valmistaja	Valmistusvuosi	Valmistusmaa
Hitsauskone	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX

Vikahistoria

Päivämäärä	Huollon tekijä	Kuvaus tehdystä toimenpiteestä	Käytetyt varaosat ja tarvikkeet
------------	----------------	--------------------------------	---------------------------------

## Stoppien aiheuttamat kustannukset

### Stopin kesto 2 min

18	konestoppia keskimäärin vuorossa
2	min. keskimäärin/stoppi
36	kpl./minuutissa, tuotantovauhti
1296	purkkia per vuoro valmistumatta
242	työpäivää/vuodessa
3	n. kk yhteensä yövuoroa
66	yövuoroa vuodessa
242	aamuvuoroa vuodessa
242	iltavuoroa vuodessa
550	vuoroa vuodessa
712800	purkkia valmistumatta vuodessa
0,9	€/purkki
641520	€ tuotantoa menetetty
641520	€ voit:
	Palkata 10kpl huoltomiehiä vuodeksi

### Eniten stoppailevat koneet -20% stoppeja

15,5	konestoppia keskimäärin vuorossa
2	min. keskimäärin/stoppi
36	kpl./minuutissa, tuotantovauhti
1116	purkkia per vuoro valmistumatta
242	työpäivää/vuodessa
3	n. kk yhteensä yövuoroa
66	yövuoroa vuodessa
242	aamuvuoroa vuodessa
242	iltavuoroa vuodessa
550	vuoroa vuodessa
613800	purkkia valmistumatta vuodessa
0,9	€/purkki
552420	€ tuotantoa menetetty vuodessa
89100	€ säästöä

### Eniten stoppailevat koneet -50% stoppeja

11,7	konestoppia keskimäärin vuorossa
2	min. keskimäärin/stoppi
36	kpl./minuutissa, tuotantovauhti
842,4	purkkia per vuoro valmistumatta
242	työpäivää/vuodessa
3	n. kk yhteensä yövuoroa
66	yövuoroa vuodessa
242	aamuvuoroa vuodessa
242	iltavuoroa vuodessa
550	vuoroa vuodessa
463320	purkkia valmistumatta vuodessa
0,9	€/purkki
416988	€ tuotantoa menetetty vuodessa
224532	€ säästöä

### Eniten stoppailevat koneet -30% stoppeja

14,2	konestoppia keskimäärin vuorossa
2	min. keskimäärin/stoppi
36	kpl./minuutissa, tuotantovauhti
1022,4	purkkia per vuoro valmistumatta
242	työpäivää/vuodessa
3	n. kk yhteensä yövuoroa
66	yövuoroa vuodessa
242	aamuvuoroa vuodessa
242	iltavuoroa vuodessa
550	vuoroa vuodessa
562320	purkkia valmistumatta vuodessa
0,9	€/purkki
506088	€ tuotantoa menetetty vuodessa
135432	€ säästöä

### Eniten stoppailevat koneet 40 stoppia/kone

10,9	konestoppia keskimäärin vuorossa
2	min. keskimäärin/stoppi
36	kpl./minuutissa, tuotantovauhti
784,8	purkkia per vuoro valmistumatta
242	työpäivää/vuodessa
3	n. kk yhteensä yövuoroa
66	yövuoroa vuodessa
242	aamuvuoroa vuodessa
242	iltavuoroa vuodessa
550	vuoroa vuodessa
431640	purkkia valmistumatta vuodessa
0,9	€/purkki
388476	€ tuotantoa menetetty vuodessa
253044	€ säästöä